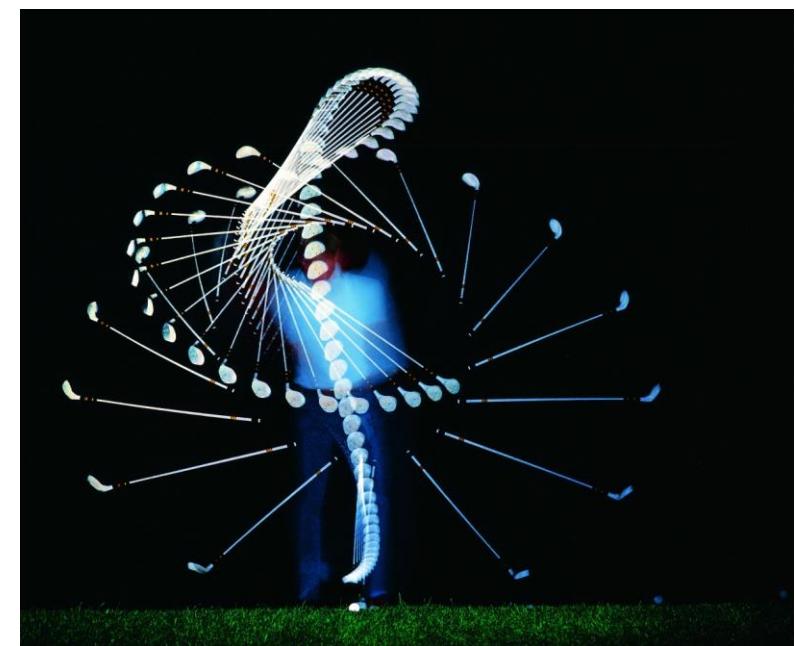
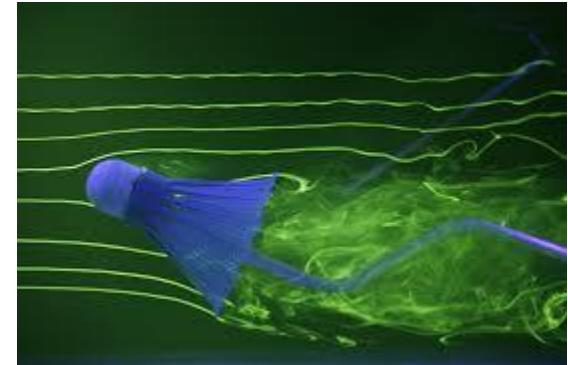


Dynamique du point



Etude cinématique

Objectif

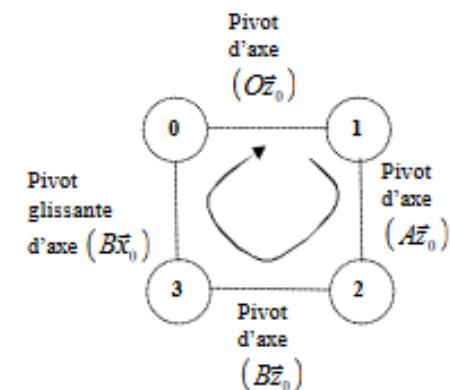
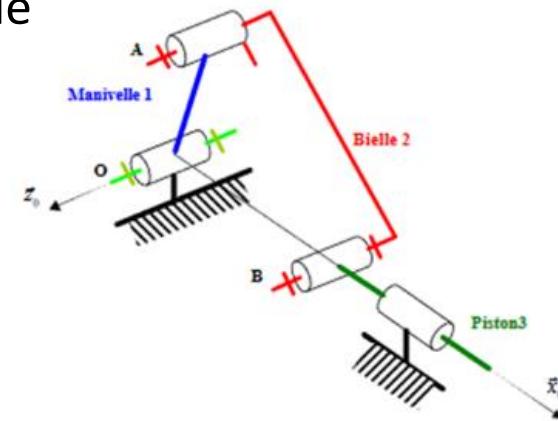
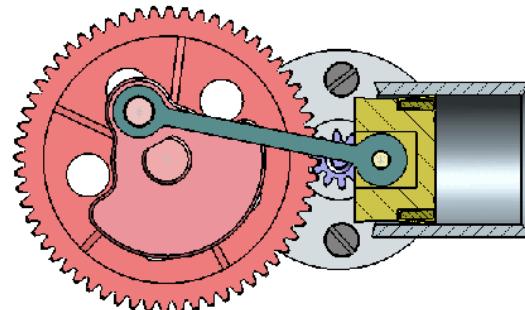
- Déterminer les torseurs cinématiques des liaisons → Loi E/S.
- Déterminer des trajectoires et/ou des positions.

Etude cinématique

Méthodes

- Fermetures cinématiques → autant que de chaînes fermées indépendantes.
- Fermetures géométriques → plus simples à réaliser que les fermetures cinématiques (+ nécessaires lorsque le modèle fait apparaître deux angles).

Exemple : Système piston/bielle/manivelle



Etude statique (dynamique ou énergétique)

Objectif

- Détermination des torseurs d'inter-efforts dans les liaisons.
- Modèle **isostatique** (= même nombre d'inconnues que d'équations).
→ détermination totale.
- Modèle **hyperstatique** (= il y a plus d'inconnues que d'équations).
- Détermination des relations entre accélérations, efforts extérieurs au système et données inertielles et massiques (**équations de mouvement**).

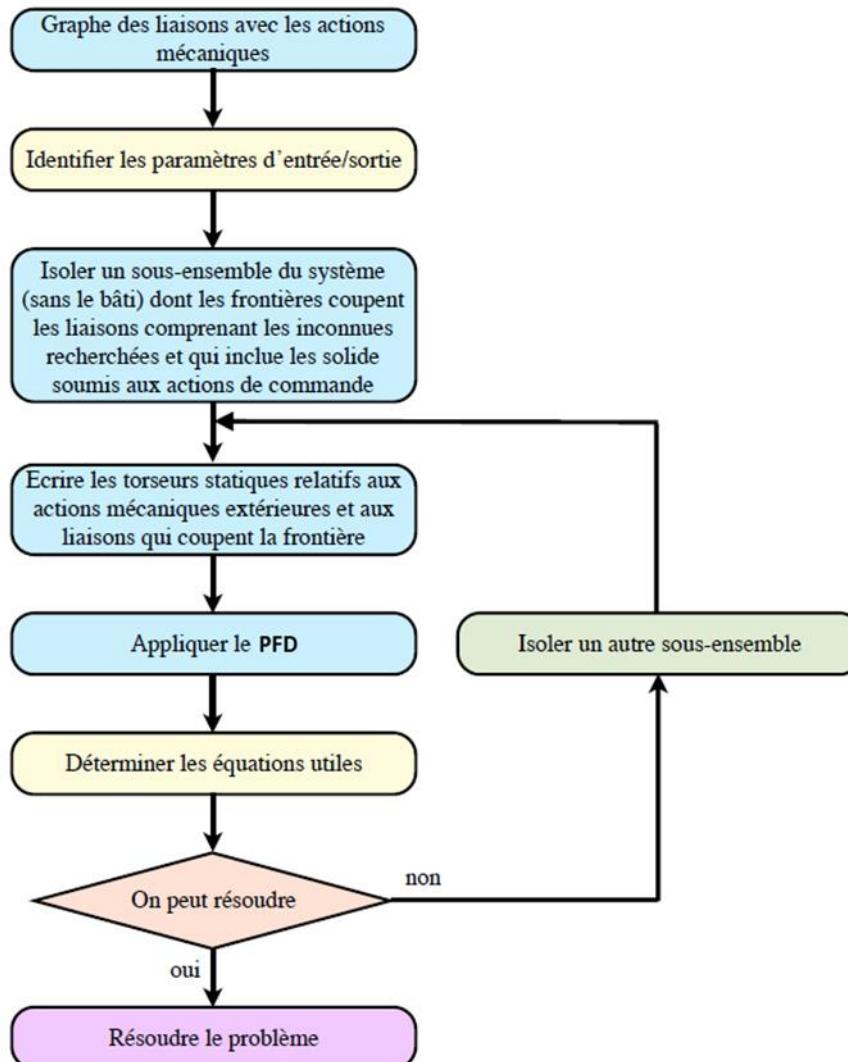
Etude statique (dynamique ou énergétique)

Méthodes

- Graphe des liaisons + Efforts extérieurs.
- Torseurs (statiques et/ou cinématique) des liaisons.
- Isolement(s) → relier les données d'entrées à ce que l'on cherche.
- Bilan des Actions Mécaniques Extérieures (**BAME**).
- Successions d'équilibres + minimum d'équations scalaires.
- PFD (ou PFS) ou théorème de l'énergie.

Etude statique (dynamique ou énergétique)

Méthodes



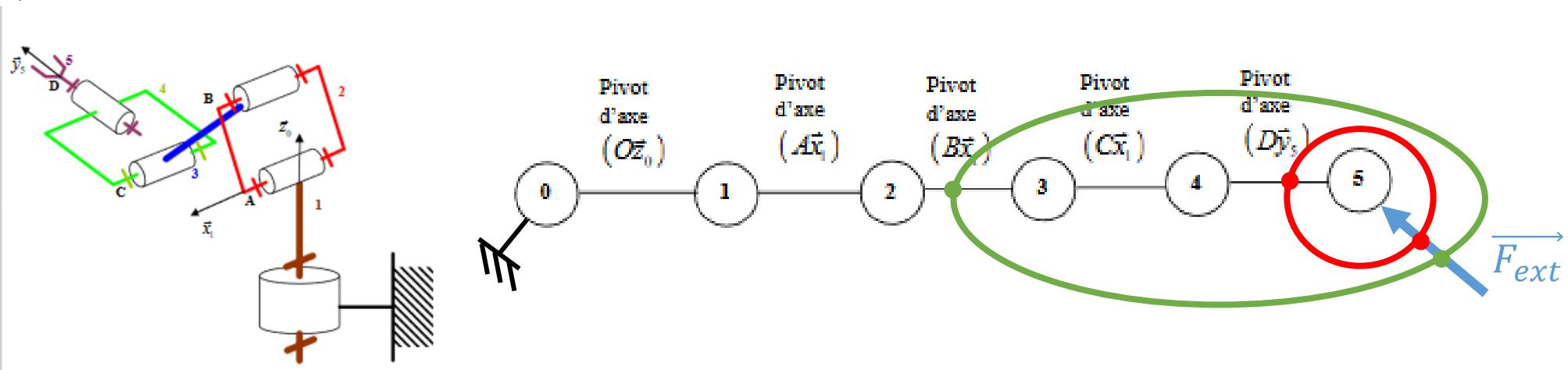
Etude statique (dynamique ou énergétique)

Méthodes

Remarques :

➤ **Chaîne ouverte → Toujours possible de résoudre** (isostatique).

- Isoler successivement le $n^{\text{ème}}$ solide, le $(n-1^{\text{ème}} + n^{\text{ème}})$, le $(n-2^{\text{ème}} + n-1^{\text{ème}} + n^{\text{ème}})$, ...
- Nombre d'équations indépendantes = nombre d'inconnues de liaison, à chaque fois.
- Une des équations donne l'équation du mouvement (celle associée à la mobilité de la liaison considérée).



Etude statique (dynamique ou énergétique)

Méthodes

Remarques :

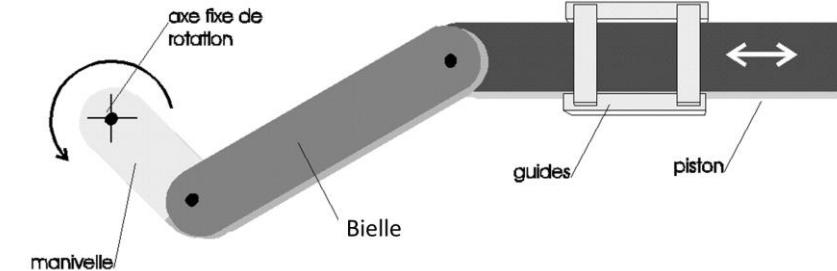
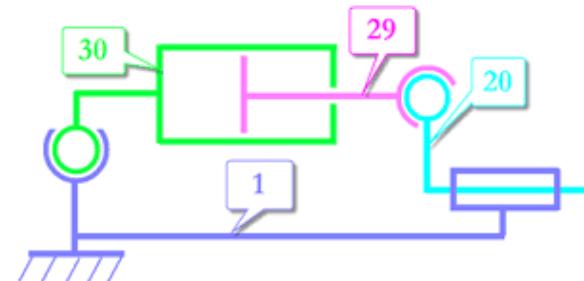
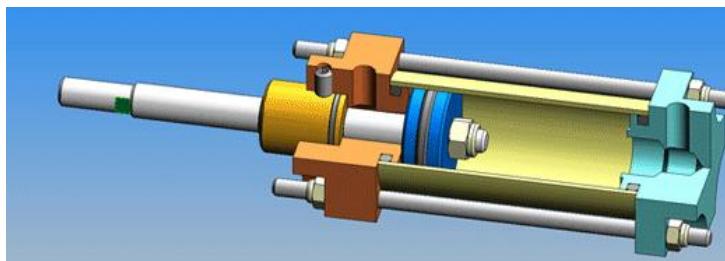
- Chaîne ouverte ou fermée :
 - Equation du mouvement → Torseurs de liaisons
 - + Equations où il y a un « 0 » dans le torseur d'inter-effort
 - + Point où il faut se placer dans le cas d'une équation de moment
(on suit les mouvements ...)

Etude statique (dynamique ou énergétique)

Méthodes

Remarques :

- **Vérins** → Ensemble {corps + tige + fluide} = ensemble soumis à deux forces ?
 - Informations sur le support de l'action du vérin + directions d'effort.
- **Bielles ou biellettes** → Idem



Principe fondamental de la dynamique du point

Cadre d'étude

Principe Fondamental de la Dynamique

→ Hypothèses :

- Espace = homogène, isotrope et euclidien.
- Temps = continu, uniforme et monotone.
- Masse (caractéristique de la matière) = positive et invariante.

Principe fondamental de la dynamique du point

Référentiel galiléen

Référentiel galiléen → **Référentiel dans lequel le PFD est vérifié**

Concrètement :

- Un espace géométrique euclidien 3D.
- Un espace temporel affine 1D + temps indépendant de l'espace géométrique.

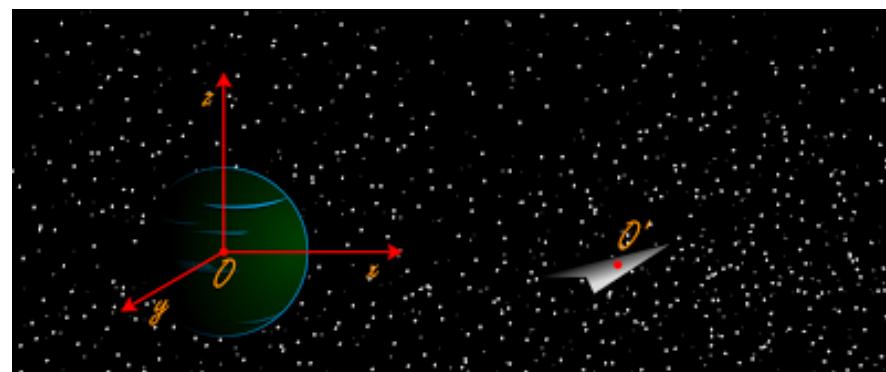
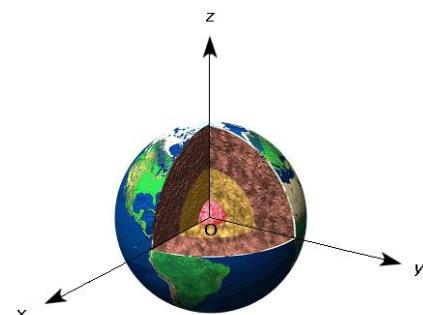
Principe fondamental de la dynamique du point

Référentiel galiléen

Pour la plupart de nos applications, un référentiel lié à la terre constitue une très bonne approximation d'un référentiel galiléen.

Autres référentiels galiléens :

- Référentiel de Copernic (centre du soleil, axes dirigés vers des étoiles fixes).
- Référentiel terrestre (centre de la terre, axes dirigés vers des étoiles fixes).



Principe fondamental de la dynamique du point

Principe fondamental de la dynamique pour une masse ponctuelle P_1

Théorème de la résultante dynamique (issu de la 2^{ème} loi de Newton) :

$$\vec{F}(\overline{P_1} \rightarrow P_1) = m_1 \cdot \overrightarrow{\Gamma(P_1/R_g)}$$

Théorème du moment dynamique au point Q :

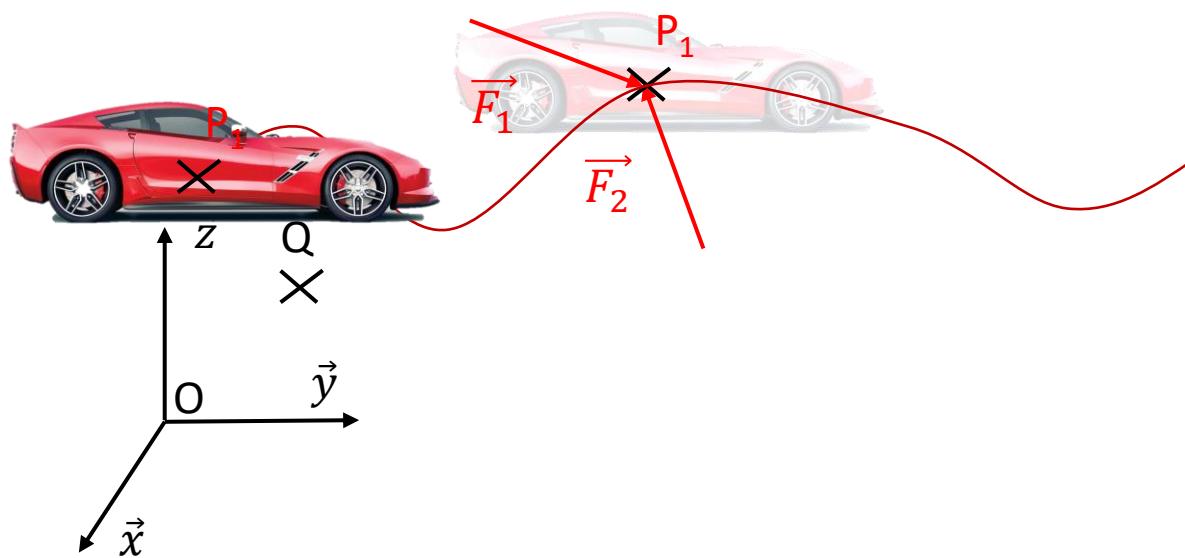
$$\overrightarrow{M_t}(Q, \overline{P_1} \rightarrow P_1) = \overrightarrow{QP_1} \wedge m_1 \cdot \overrightarrow{\Gamma(P_1/R_g)}$$

Principe fondamental de la dynamique du point

Principe fondamental de la dynamique pour une masse ponctuelle P_1

TRD $\vec{F}(\overline{P_1} \rightarrow P_1) = m_1 \cdot \overrightarrow{\Gamma(P_1/R_g)}$

TMD en Q $\overrightarrow{M_t}(Q, \overline{P_1} \rightarrow P_1) = \overrightarrow{QP_1} \wedge m_1 \cdot \overrightarrow{\Gamma(P_1/R_g)}$



Principe fondamental de la dynamique du point

Généralisation à l'isolement d'un système Σ de n particules Pi

Théorème de la résultante dynamique :

$$\vec{F}(\bar{\Sigma} \rightarrow \Sigma) = \sum_i m_i \cdot \overrightarrow{\Gamma(P_i/R_g)}$$

Théorème du moment dynamique au point Q :

$$\overrightarrow{M_t}(Q, \bar{\Sigma} \rightarrow \Sigma) = \sum_i \overrightarrow{QP_i} \wedge m_i \cdot \overrightarrow{\Gamma(P_i/R_g)}$$

Principe fondamental de la dynamique du point

Généralisation à l'isolement d'un système Σ de n particules Pi

TRD $\vec{F}(\bar{\Sigma} \rightarrow \Sigma) = \sum_i m_i \cdot \overrightarrow{\Gamma(P_i/R_g)}$

TMD en Q

$$\overrightarrow{M_t}(Q, \bar{\Sigma} \rightarrow \Sigma) = \sum_i \overrightarrow{Q P_i} \wedge m_i \cdot \overrightarrow{\Gamma(P_i/R_g)}$$

